

## 明 細 書

### スタビライザ制御装置

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、車両のスタビライザ制御装置に関し、特に、左右車輪間に配設するスタビライザのねじり剛性を電気駆動のアクチュエータによって可変制御するスタビライザ制御装置に係る。

#### 背景技術

- [0002] 一般的に、車両のスタビライザ制御装置は、車両の旋回走行中にスタビライザバーの作用により適切なロールモーメントを外部から付与し、車体のロール運動を低減または抑制するように構成されている。この機能を実現するため、例えば後掲の非特許文献1には、油圧を利用して能動的に車両のロール運動を安定化するシステムが、「Dynamic Drive」として、以下のように説明されている。即ち、エンジンにより駆動されるタンデムポンプをエネルギー供給源とし、センサ信号・CAN信号を入力とし、それらの論理的・数学的な組み合わせにより横方向運動信号が決定される。この信号に基づき、アクティブ圧を設定する比例圧力制御バルブとオイルの方向を保証する方向制御バルブが調整される。フロント・リア軸のスタビライザ用に2つの圧力センサがバルブブロックに備えられ、計測された圧力は、方向制御バルブと同様にコントロールユニットにフィードバックされる。
- [0003] 上記のスタビライザ制御装置は油圧を利用したものであるが、例えば下記の特許文献1には、スタビライザバーを二分割し、その半部分間に電気機械式旋回アクチュエータを設けた車両の横揺れ安定化装置が提案されている。即ち、特許文献1においては、予緊張トルクを発生するために使用される電気機械式旋回アクチュエータは、3つの基本構成要素、即ち電気機、減速歯車装置及びそれらの中間に配置されたブレーキから構成され、電気機により発生されたトルクは、減速歯車装置を介して、スタビライザの予緊張のために必要なトルクに変換され、スタビライザ半部分は、軸受を介して電気機械式旋回アクチュエータないしハウジングに直接支持され、そして他方のスタビライザ半部分は、減速歯車装置の出力側(高トルク側)と結合され、且つ軸受

内に支持される構成が示されている。

[0004] 特許文献1:特表2002-518245号公報

非特許文献1:Dynamic Drive. Technology. [online]. BMW Group, 2002. [retrieved on 2003-12-08]. Retrieved from the Internet: <

URL:[http://www.bmwgroup.com/e/0\\_0\\_www\\_bmwgroup\\_com/7\\_innovation/7\\_3\\_technologie/7\\_3\\_4\\_dynamic\\_drive.shtml](http://www.bmwgroup.com/e/0_0_www_bmwgroup_com/7_innovation/7_3_technologie/7_3_4_dynamic_drive.shtml)>

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 前掲の非特許文献1には、「横加速度が0から0.3gにおいてはロール角が100%、0.6gでは80%が低減される。0.6g以上では、Dynamic Driveは見掛け上、固定されたロール挙動となり通常の受動的なシャシと同等となる」旨、記載されている(「g」は重力加速度と解され、通常「G」で表される)。この記載は、横加速度の増加、つまり、車体に作用する慣性力の増加に従い、車体ロール角を低減できる程度が小さくなることを意味する。もし、当該制御装置の出力が車体ロール運動を抑制するために十分であれば、横加速度が高い場合においても100%車体ロール角を低減することが可能ではあるが、このような高出力の制御装置は、サイズの、コスト的に製品として成立しないためである。従って、スタビライザ制御装置においては所定の横加速度まではアクティブに車体ロール角の低減を行い、それ以上の高い横加速度の領域ではスタビライザーが本来有するねじりばね特性となる構成が一般的と考えられる。

[0006] 一方、特許文献1に記載の電気モータを動力源として利用した装置においては、旋回アクチュエータが電気機械式旋回アクチュエータであり、スタビライザ半部分の反対方向旋回変位をロックするための手段を有することを特徴としている。しかし、このようなロック手段を設けることはスタビライザ制御装置の長手方向のサイズを大きくすることになるため、車両への搭載条件が極めて不利となる。

[0007] そこで、本発明は、電気モータ及び減速機を有するアクチュエータを備えたスタビライザ制御装置において、電気モータの出力範囲内では能動的に車体ロールを抑制し、更にその出力範囲を越えた場合には確実にスタビライザーが本来有するねじりばね特性となる小型のスタビライザ制御装置を提供することを課題とする。

### 課題を解決するための手段

- [0008] 上記の課題を解決するため、本発明は、第1の態様として、車両の左右車輪間に配設される一対のスタビライザバーと、電気モータ及び減速機を有し前記一対のスタビライザバーの間に配設されるアクチュエータを具備したスタビライザと、前記車両の旋回状態に応じて前記電気モータを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御する制御手段とを備えたスタビライザ制御装置において、前記減速機の正効率と逆効率の積の逆数が1.17以上且つ3.75以下であり、前記制御手段は、能動的に車体ロール運動を制御可能な領域以上の旋回状態となった場合には、前記電気モータの出力を保持又は減少させるように制御する構成としたものである。
- [0009] また、本発明は、第2の態様として、車両の左右車輪間に配設される一対のスタビライザバーと、電気モータ及び減速機を有し前記一対のスタビライザバーの間に配設されるアクチュエータを具備したスタビライザと、前記車両の旋回状態に応じて前記電気モータを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御する制御手段とを備えたスタビライザ制御装置において、前記車輪の操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記車両の車速を検出する車速検出手段と、前記車両の実横加速度を検出する横加速度検出手段と、前記車速検出手段及び前記操舵角検出手段の検出結果に基づき横加速度を演算する横加速度演算手段とを備え、前記制御手段が、前記横加速度演算手段が演算した演算横加速度と前記横加速度検出手段が検出した実横加速度の少なくとも一方に基づき、前記電気モータを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御すると共に、前記車両の旋回状態が、能動的に車体ロール運動を制御可能な領域以上となったときには前記電気モータの出力を保持するように保持制御を行い、且つ、該保持制御が開始されるとき横加速度に、前記減速機の正効率と逆効率の積の逆数を乗じた値が、前記車両の旋回限界に応じた横加速度以上となるように、当該保持制御を開始するとき横加速度と前記減速機の正効率及び逆効率の値を設定する構成とすることができる。
- [0010] あるいは、第3の態様として、車両の左右車輪間に配設される一対のスタビライザバーと、電気モータ及び減速機を有し前記一対のスタビライザバーの間に配設されるアクチュエータを具備したスタビライザと、前記車両の旋回状態に応じて前記電気モータ

タを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御する制御手段とを備えたスタビライザ制御装置において、前記車輪の操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記車両の車速を検出する車速検出手段と、前記車両の実横加速度を検出する横加速度検出手段と、前記車速検出手段及び前記操舵角検出手段の検出結果に基づき横加速度を演算する横加速度演算手段とを備え、前記制御手段が、前記横加速度演算手段が演算した演算横加速度と前記横加速度検出手段が検出した実横加速度の少なくとも一方に基づき、前記電気モータを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御すると共に、前記車両の旋回状態が、能動的に車体ロール運動を制御可能な領域以上となったときには前記電気モータの出力を減少するように減少制御を行い、且つ、該減少制御が開始されるときに横加速度に、前記減速機の正効率と逆効率の積の逆数を乗じた値が、前記車両の旋回限界に応じた横加速度以上となるように、当該減少制御を開始するときの横加速度と前記減速機の正効率及び逆効率の値を設定する構成とすることもできる。

- [0011] 上記第2又は第3の態様に係るスタビライザ制御装置において、前記減速機の正効率と逆効率の積の逆数が1.17以上且つ3.75以下となる範囲内で、前記減速機の正効率と逆効率の値を設定するとよい。

#### 発明の効果

- [0012] 而して、本発明の第1の態様に係るスタビライザ制御装置においては、正効率と逆効率の積の逆数が1.17以上且つ3.75以下の減速機を用い、能動的に車体ロール運動を制御可能な領域以上の旋回状態となった場合には電気モータの出力を保持又は減少させるように制御することとしているので、小型のアクチュエータによって、電気モータの出力範囲内では能動的に車体ロールを抑制し、更にその出力範囲を越えた場合には確実にスタビライザバーが本来有するねじりばね特性とするように適切にスタビライザ制御を行うことができ、消費電力の低減も可能となる。
- [0013] また、第2又は第3の態様のように構成すれば、先ず減速機の正効率及び逆効率の値を所定の値に設定し、これらの値に基づき、電気モータの保持制御又は減少制御が開始されるときに横加速度を適切に設定することができる。減速機の正効率及び逆効率の値は、その積の逆数が1.17以上且つ3.75以下となるように設定すれ

ばよい。

## 図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の一実施形態に係るスタビライザ制御装置を備えた車両の概要を示す構成図である。
- [図2]本発明の一実施形態におけるスタビライザアクチュエータの具体的構成例を示す構成図である。
- [図3]本発明の一実施形態において、電気モータの出力が能動的ロール抑制制御の全領域を包含しない場合の、横加速度と車体ロール角との関係の一例を示すグラフである。
- [図4]図3に示す横加速度と車体ロール角との関係を簡略して示すグラフである。
- [図5]本発明の一実施形態において電気モータの出力限界に基づき減速機効率の適正領域を設定する一例を示すグラフである。
- [図6]本発明の一実施形態における電気モータの出力トルクとスタビライザトルクの関係の一例を示すグラフである。
- [図7]本発明の一実施形態においてアクティブロール抑制制御を実行した場合の時系列での車両の旋回状態とモータ出力との関係の一例を示すグラフである。
- [図8]本発明の一実施形態におけるスタビライザ制御の一例を示すフローチャートである。
- [図9]本発明の一実施形態におけるアクティブロール抑制制御の概略を示す制御ブロック図である。
- [図10]図9のアクティブロール抑制制御の一態様の制御ブロック図である。
- [図11]本発明の一実施形態における前輪ロール剛性比率の初期値設定用マップの一例を示すグラフである。
- [図12]本発明の一実施形態における電気モータ駆動の一態様の制御ブロック図である。
- [図13]本発明の一実施形態に供するショックアブソーパの一例の断面図である。
- [図14]図13に示すショックアブソーパのバウンドストopp又はリバウンドストoppのたわみ-荷重特性の一例を示すグラフである。

## 符号の説明

- [0015] SBf 前輪側スタビライザ  
SBfr, SBfl 前輪側スタビライザパー  
SBr 後輪側スタビライザ  
FT, RT スタビライザアクチュエータ  
SW ステアリングホイール  
SA 操舵角センサ  
WHfr, WHfl, WHrr, WHrl 車輪  
WSfr, WSfl, WSrr, WSrl 車輪速度センサ  
YR ヨーレイトセンサ  
XG 前後加速度センサ  
YG 横加速度センサ  
ECU 電子制御装置

## 発明を実施するための最良の形態

- [0016] 以下、本発明の望ましい実施形態を説明する。本発明の一実施形態に係るスタビライザ制御装置を備えた車両の全体構成を図1に示すように、車体(図示せず)にロール方向の運動が入力された場合に、ねじりばねとして作用する前輪側スタビライザSBfと後輪側スタビライザSBrが配設される。これら前輪側スタビライザSBf及び後輪側スタビライザSBrは、車体のロール運動に起因する車体ロール角を抑制するために、各々のねじり剛性がスタビライザアクチュエータFT及びRTによって可変制御されるように構成されている。尚、これらスタビライザアクチュエータFT及びRTは電子制御装置ECU内のスタビライザ制御ユニットECU1によって制御される。
- [0017] 図1に示すように各車輪WHxxには車輪速度センサWSxxが配設され(添字xxは各車輪を意味し、frは右側前輪、fl左側前輪、rrは右側後輪、rlは左側後輪を示す)、これらが電子制御装置ECUに接続されており、各車輪の回転速度、即ち車輪速度に比例するパルス数のパルス信号が電子制御装置ECUに入力されるように構成されている。更に、ステアリングホイールSWの操舵角(ハンドル角)  $\delta f$ を検出する操舵角センサSA、車両の前後加速度Gxを検出する前後加速度センサXG、車両の横加速

度 $G_y$ を検出する横加速度センサ $Y_G$ 、車両のヨーレイト $Y_r$ を検出するヨーレイトセンサ $Y_R$ 等が電子制御装置ECUに接続されている。

[0018] 尚、電子制御装置ECU内には、上記のスタビライザ制御ユニットECU1のほか、ブレーキ制御ユニットECU2、操舵制御ユニットECU3等が構成されており、これらの制御ユニットECU1乃至3は夫々、通信用のCPU、ROM及びRAMを備えた通信ユニット(図示せず)を介して通信バスに接続されている。而して、各制御システムに必要な情報を他の制御システムから送信することができる。

[0019] 図2は、スタビライザアクチュエータFTの具体的構成例(RTも同様の構成)を示すもので、前輪側スタビライザ $SB_f$ は左右一対のスタビライザバー $SB_{fL}$ 及び $SB_{fR}$ に二分割されており、夫々の一端が左右の車輪に接続され、他端の一方側が減速機RDを介して電気モータMのロータRO、その他方側が電気モータMのステータSRに接続されている。尚、スタビライザバー $SB_{fL}$ 及び $SB_{fR}$ は保持手段 $HL_{fL}$ 及び $HL_{fR}$ により車体に保持される。而して、電気モータMが通電されると、二分割のスタビライザバー $SB_{fL}$ 及び $SB_{fR}$ の夫々に対しねじり力が生じ、前輪側スタビライザ $SB_f$ の見掛けのねじりばね特性が変更されるので、車体のロール剛性が制御されることになる。尚、電気モータMの回転角を検出する回転角検出手段として、回転角センサRSがスタビライザアクチュエータFT内に配設されている。

[0020] ここで、前述の本発明の背景について図3乃至図6を参照して更に詳細に説明すると、本発明が対象とするスタビライザ制御装置は、上記のように電気モータMを動力源としその動力伝達を減速機RDを介して行うスタビライザアクチュエータFT(及びRT)を備えており、減速機RDは正効率及び逆効率を有する。

[0021] 先ず、電気モータMの出力と車体ロール角との特性について減速機RDの効率を考慮して考察すべく、図3に、横加速度 $G_y$ (車体に作用する慣性力)と車体ロール角 $\phi$ との関係を示す。定常的なロール運動においては、車体は各車輪に配置されるばね要素(コイルばね、板ばね、エアばね等)とスタビライザによって支えられている。領域O-X(Oは原点を示す)においてはスタビライザ制御装置の電気モータの出力範囲内であるためスタビライザのねじりばね定数(ねじり剛性とも言う)が増加し、横加速度 $G_y$ に対する車体ロール角 $\phi$ の変化率(ロール率)が低減される。領域X-Yにおい

ては、後述する理由に基づきスタビライザが本来的に有するねじり剛性(二分割されたスタビライザバー(例えば前述のSBfr及びSBfl)が固定された状態でのねじり剛性)になるようにロックされる。更に、領域Y-Zにおいては、領域O-Xとは逆に、車体に作用する慣性力によりスタビライザバーのねじりを戻すように電気モータMが回転させられる。そのため、スタビライザのねじり剛性が低下し、車体ロール角が増加することとなる。

[0022] 図4は、簡略化して説明するために、図3から上記のばね成分を除き、スタビライザのみによって支持される場合の横加速度 $G_y$ と車体ロール角 $\phi$ の関係を示したものであり、以下の三つの領域に分類される。まず、[横加速度0〜 $G_a$ の領域1]においては、[電気モータの出力範囲内で、能動的に車体ロール運動を制御可能な領域(アクティブロール抑制制御の作動領域)]という作動状態となり、ロール率の関係は $[RK1 < RK0]$ となる。また、[横加速度 $G_a$ 〜 $G_b$ の領域2]においては、[電気モータが出力を保持し、二分割されたスタビライザバーの相対変位がロックされ、スタビライザのねじり剛性が受動的な特性となる領域(二分割されたスタビライザバーが固定された状態でのねじり剛性となる領域)]という作動状態となり、ロール率の関係は $[RK2 = RK0]$ となる。そして、[横加速度 $G_b$ 以上の領域3]においては、[電気モータが外力(車体に作用する慣性力)により戻され、スタビライザのねじり剛性が低下する領域]という作動状態となり、ロール率の関係は $[RK3 > RK0]$ となる。ここで、ロール率とは、前述のように横加速度 $G_y$ に対する車体ロール角 $\phi$ の変化率であり、 $K0$ は二分割されたスタビライザバー(例えばSBfr及びSBfl)が固定された場合のねじりばね特性に対するロール率を示す。

[0023] 次に、減速機RDの効率を考慮した図4の特性O-A-B-Cについて説明する。ここで、電気モータMが減速機RDを介してスタビライザバーSBfr及びSBflに動力を伝達する場合の効率(正効率)を $\eta_P$ とし、スタビライザバーSBfr及びSBfl側からの入力により、減速機RDを介して電気モータMが戻される場合の効率(逆効率)を $\eta_N$ とする。領域1と領域2の交点Aにおける電気モータMのトルク出力 $T_{ma}$ (ロールモーメント換算)と車体に作用する慣性力(横加速度)に起因するロールモーメント $T_{ra}$ との均衡は、領域1が電気モータMの出力範囲内である。従って、電気モータMがスタビラ



イザパーSBfr及びSBflに対し動力を伝達する領域であるため、次の式(1)となる。

$$T_{ra} = T_{ma} \cdot \eta_P \cdots (1)$$

逆に、領域2と領域3の交点Bにおける電気モータのトルク出力 $T_{mb}$ (ロールモーメント換算)と慣性力(横加速度)に起因するロールモーメント $T_{rb}$ との均衡は、領域3は、電気モータMが車体慣性力によってねじり戻される領域3であるため、次の式(2)となる。

$$T_{mb} = T_{rb} \cdot \eta_N \cdots (2)$$

- [0024] 能動的に車体ロール角を抑制するアクティブロール抑制制御により、旋回状態(横加速度)が増大するにつれて電気モータMのトルク出力を増大させ、点A(電気モータの出力限界点)において電気モータMのトルク出力を保持するような制御を行うと、電気モータMのトルク出力は、 $T_{ma} = T_{mb}$ となるため、上記の式(1)及び(2)から、次の式(3)となる。

$$T_{rb} = T_{ra} / (\eta_P \cdot \eta_N) \cdots (3)$$

ここで、車体慣性力に起因するロールモーメントは、概ね横加速度と比例関係にあるため、式(3)から、点A及びBにおける横加速度を夫々 $G_a$ 及び $G_b$ とすると、次の式(4)の関係が導かれる。

$$G_b = G_a \cdot \{1 / (\eta_P \cdot \eta_N)\} \cdots (4)$$

- [0025] 而して、電気モータMがトルク出力可能な範囲(能動的(アクティブ)ロール抑制制御領域)においては能動的なロール抑制制御を実行し、さらに旋回状態(横加速度)が大きくなり、モータトルク出力の限界点(図4の点A)に相当する横加速度 $G_a$ に到達した時点以降の旋回状態においては、モータトルク出力を維持するようなモータ制御を行うことになる。電気モータMが車体慣性力によって、ねじり戻されはじめる横加速度 $G_b$ (図4の点Bで、以下、スタビライザロック限界点という)は、モータトルクの出力限界に相当する横加速度に、減速機RDの正効率と逆効率の積の逆数を乗じた値となる。従って、電気モータMの出力を保持することにより、電気モータMによってスタビライザパーSBfr及びSBflに対しねじりを付与する場合の正効率と、車体慣性力により電気モータMが戻される場合の逆効率との関係に基づき、図4のA-Bの領域においてスタビライザパーSBfr及びSBflの相対変位がロックされることとなる。

- [0026] 一般的な機械設計においては、減速機の効率が高ければ高いほど駆動する電気モータの出力を小さく設計できるため、減速機は高効率であることが望まれる。また、正効率が高ければ逆効率も高いといった、正効率と逆効率との間にはある相関関係が存在する。然し乍ら、本発明においては、電気モータMが外力(車体に作用する慣性力)により、ねじり戻されないようにすることも考慮する必要があるため、適切な正効率、逆効率特性の減速機を設計・選択することが必要となる。
- [0027] スタビライザロック限界点Gbは、実際には車体ロールが増大する現象が発生しないように、車両旋回限界に相当する横加速度(下限値)以上に設定することが望ましい。この車両旋回限界に相当する横加速度は、タイヤの摩擦特性で定まる旋回走行可能な最大横加速度とすることができる。また、車両旋回限界において、図13に示すようなショックアブソーバ10のバウンドストoppa12又はリバウンドストoppa13に当接するときの横加速度とすることも可能である。これらのバウンドストoppa12及びリバウンドストoppa13はゴム等の弾性体で構成され、図13に示すようにロッド11回りに配設され、サスペンションストロークが限界に到達する際に、その衝撃を吸収する部材である。これらは、車両によっては、サスペンションスプリング(図示せず)を補助するために、わずかなサスペンションストロークでバウンドストoppa12又はリバウンドストoppa13に当接するように設計されているものもある。この場合には、車両旋回限界を区別するために、図14に示すバウンドストoppa12又はリバウンドストoppa13のたわみ-荷重特性において、低ばね特性(O-L)と高ばね特性(N-H)との交点Jのたわみになる横加速度を、車両旋回限界とすることも可能である。
- [0028] 一般的なタイヤ摩擦特性、サスペンション特性を考慮すると、車両旋回限界に対応する横加速度の下限値は0.7G程度であるため、 $G_b \geq 0.7G$ と設定することが望ましい。そして、横加速度Gbを必要以上に大きく設定することは結果として減速機の効率を低く設定することとなるため、体格の大きな電気モータを選択する必要性が生ずる。そこで、スタビライザロック限界を、余裕をもって設定するにしても、横加速度Gbは1.5G程度に留めることが適切である。更に、アクティブロール抑制制御の範囲は、その作動頻度を勘案すると通常走行よりやや大き目の旋回状態まで包含すれば足りるため、横加速度Gaは0.4〜0.6Gの範囲で設定することが望ましい。このときの

関係を、式(4)を用いて図に表すと、図5に示すように減速機効率(正効率及び逆効率)の適正な範囲は $1/(\eta_P \cdot \eta_N)$ の値で、 $1.17 \leq \{1/(\eta_P \cdot \eta_N)\} \leq 3.75$ の領域となる。

[0029] 上記の横加速度 $G_a$ 及び $G_b$ 、並びに $1/(\eta_P \cdot \eta_N)$ の具体的な設定例としては、スタビライザロック限界点の横加速度 $G_b$ を車両の限界横加速度に対して十分に余裕ある領域(例えば、 $G_b = 1.2G$ )で設定し、アクティブロール制御領域を、通常走行領域(例えば $G_a = 0.5G$ )とするような場合には、 $1/(\eta_P \cdot \eta_N) = G_b/G_a = 2.4$ となるような減速機を設計・選択すればよいこととなる。

[0030] 逆に、先ず減速機を決定し、その効率(正効率及び逆効率)をもとに横加速度 $G_a$ 及び $G_b$ を適切な範囲に設計するように構成することも可能である。これにより、万一、減速機が低効率であるがために、 $1/(\eta_P \cdot \eta_N)$ の値が必要以上に大きくなってしまいうこともあり得る。その場合には、図4の領域A-Bにおいて保持すべき電気モータのトルクを適切に減少させ、スタビライザのロック限界を適切に低下させることも可能である。この場合の関係を、図6を参照して以下に説明する。

[0031] 図6はモータ出力トルクとサスペンションメンバに接続されているスタビライザバーの両端でのトルクとの関係を模式的に表すものである。X及びY軸に示す双方のトルクを車体ロール軸回りのロールモーメントに換算する。減速機の効率が100%の特性線(図6の一点鎖線)に対して下側の領域(X軸と効率100%線で囲まれる領域)は、電気モータから車体に動力伝達される減速機が正効率を発揮する領域である。逆に効率100%特性より上側の領域(Y軸と効率100%線で囲まれる領域)は、車体慣性力により電気モータが駆動される減速機が逆効率となる領域を表す。正効率及び逆効率は、ともに効率100%の特性線より離れるにしたがって低下していくことを示している。図6においては、減速機の一例の正効率の特性がO-Pで示され、逆効率がO-Qで示されている。

[0032] 例えば、アクティブ(能動的)なロール抑制制御が実行されモータ出力トルクが $T_{m1}$ で保持され(図6の点Eに相当)、その値が維持された場合に、スタビライザのロック限界は点Fとなる。このときのスタビライザトルク(モータ出力トルク) $T_{s1}$ が、減速機の低効率に起因して、車両旋回限界に相当する横加速度 $T_{s0}$ より不必要に大きい場合に

は、モータ保持トルクを $T_{m1}$ から $T_{m2}$ に減少させ、スタビライザロック限界を $T_{s1}$ から $T_{s2}$ に低下させることも可能である(図6の点Hに相当)。而して、アクティブロール抑制制御からスタビライザロック点以降のトルク保持制御に移行した場合に、モータ保持トルクを低下させることにより、スタビライザアクチュエータFT及びRTや電子制御装置ECUの温度上昇を抑制でき、また、システムの消費電力を減少させることも可能となる。

[0033] 上述の制御を実行した場合の時系列での車両の動きとモータ出力との関係を図7を参照して説明する。 $t_0$ 時で運転者のステアリング操作により車両の旋回が開始され、その旋回状態に応じたトルクが電気モータMから出力されることにより車体ロール角が抑制される。車両の旋回状態が能動的ロール抑制制御の範囲限界(図7の横加速度 $G_a$ 、車体ロール角 $\phi_a$ )に達した $t_1$ 時以降は、スタビライザがロックされるようにモータ出力トルクが $T_{s1}$ に保持される。このモータ出力トルク $T_{s1}$ がスタビライザのロックに対して必要以上に大きくなる場合には( $t_2$ 時)、モータ出力トルクは $T_{s2}$ となるまで減じられ、そこで保持される( $t_3$ 時)。尚、モータ出力トルクの $T_{s1}$ から $T_{s2}$ への変更に際しては、図7に示すように所定時間はトルク $T_{s1}$ を保持し、その後、時間勾配をもってトルク $T_{s2}$ まで減少させるように設定することが可能である。また、図7に一点鎖線で示すように、車両の旋回状態が能動的ロール抑制制御の範囲限界に達した $t_1$ 時以降、速やかにモータ出力トルクを減少させるようにすることも可能である。

[0034] 図8は、本実施形態のスタビライザ制御装置の制御フローを示すもので、先ず、ステップ101において初期化が実行され、ステップ102にて、スタビライザ制御ユニットECU1に接続された電気モータMの回転角センサRS(あるいは、電子制御装置ECU内の電流センサ)の信号が読み込まれ、更に通信バスを介して通信信号が読み込まれる。そして、ステップ103に進み、これらの読み込まれた信号のうち車両速度 $V_x$ 、ハンドル角 $\delta_f$ に基づき横加速度の演算値 $G_{ye}$ 、ヨーレイトの演算値 $Y_{re}$ を含む車両挙動演算が実行される。これらの演算値と実際のセンサ値に基づき、好適な車体ロール特性を達成すべく、ステップ104において、車両に付与するアクティブロールモーメントの目標値が設定される。更に、この車両アクティブロールモーメント目標値を、前後輪のロール剛性比率に基づいて、ステップ105において、前輪及び後輪のA

クティブロールモーメントの目標値が設定される。これらの演算方法については後述する。

- [0035] 次に、ステップ106に進み、電気モータMが出力保持制御中であるか否かが判定される。電気モータMが出力保持制御中でない場合には、ステップ107に進み、ここで当該制御の開始感度に到っていないと判定された場合、あるいは、電気モータMが出力保持制御中であっても、ステップ108において当該制御の終了条件を充足したと判定された場合には、ステップ109に進み、前述の前輪及び後輪のアクティブロールモーメント目標値に基づき、前輪及び後輪のスタビライザアクチュエータFT、RTにより、能動的に車体ロール運動を抑制するためのアクティブロール抑制制御が行なわれる。逆に、電気モータMが出力保持制御中でなく、ステップ107において当該制御の開始感度を充足したと判定された場合、あるいは、電気モータMが出力保持制御中であるが、ステップ108にて当該制御の終了条件を充足していないと判定された場合には、ステップ110に進み、電気モータMの出力を保持する保持制御が行なわれる。
- [0036] 車体のロール運動は車体に作用する慣性力によって発生し、この慣性力は車両の旋回状態に対し概ね比例関係となる。従って、上記のステップ107及び108におけるモータ出力保持制御の開始判定、及び終了判定は横加速度に基づいて判定することができる。例えば、ステップ102にて読み込まれた横加速度のセンサ検出値及び演算値の少なくとも一方が所定値Gd1以上になった場合にモータ出力保持制御を開始し、少なくとも一方が所定値Gd2以下となった場合に当該制御を終了するように設定することができる。
- [0037] 図9は、アクティブロール抑制制御の制御ブロックを示すもので、運転者のハンドル（ステアリング）操作に関し、運転者操作検出手段M11によりハンドル角（操舵角） $\delta f$ を含む情報が検出され、車両の走行状態検出手段M12により車両速度、横加速度及びヨーレイトを含む車両運動状態量が検出される。これらの情報に基づき、車両の望ましいロール特性を達成するための車両アクティブロールモーメント目標値が演算される（M13）。また、車両挙動判定演算M14においては運転者のハンドル操作と車両運動状態量に基づき車両のステア特性（所謂アンダステア傾向、オーバステア

傾向)が判定される。次に、演算されたステア特性と車両運動状態に応じて前輪と後輪のロール剛性比率の目標値が演算される(M15)。このようにして求められた車両アクティブロールモーメント及びロール剛性比率の目標値によって前輪及び後輪のアクティブロールモーメントの目標値が演算される(M16)。そして、これらの目標値に基づきアクチュエータサーボ部(M17)によってスタビライザアクチュエータFT及びRTが制御される。

- [0038] 図10は、図9の具体的態様を示すもので、車両アクティブロールモーメント目標値演算部M13において横加速度センサYGの信号から得られる横加速度 $G_y$ 、これを時間微分する実横加速度変化量 $dG_y$ 、ハンドル角(操舵角)  $\delta f$ 及び車両速度(車速)  $V_x$ から演算される演算横加速度 $G_{ye}$ 、これを時間微分する演算横加速度変化量 $dG_{ye}$ に基づき車両全体でロール運動を抑制するために必要な車両アクティブロールモーメント目標値 $R_{mv}$ が演算される。尚、演算横加速度 $G_{ye}$ は次の式(5)により求められる。

$$G_{ye} = (V_x^2 \cdot \delta f) / \{L \cdot N \cdot (1 + K_h \cdot V_x^2)\} \cdots (5)$$

ここで、 $L$ はホイールベース、 $N$ はステアリングギア比、 $K_h$ はスタビリティファクタである。

- [0039] 而して、好適なロール特性を達成するために車両全体に付与すべきアクティブロールモーメント目標値 $R_{mv}$ は、次の式(6)により求められる( $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ は制御ゲイン)。

$$R_{mv} = K_1 \cdot G_{ye} + K_2 \cdot dG_{ye} + K_3 \cdot G_y + K_4 \cdot dG_y \cdots (6)$$

上記のように、制御演算の遅れやアクチュエータの応答性を補償するために、ハンドル角  $\delta f$ と車速 $V_x$ から求められる演算横加速度 $G_{ye}$ とその変化量 $dG_{ye}$ が考慮される。

- [0040] 前後輪ロール剛性比率目標値演算部M15においては、ロール剛性の前後比率目標値が以下のように決定される。まず、車両速度(車速)  $V_x$ に基づき前輪側及び後輪側のロール剛性比率の初期値 $R_{srfo}$ 、 $R_{srro}$ が設定される。前輪ロール剛性比率の初期値 $R_{srfo}$ は、図11に示すように車両速度が低い状態では低く、高い状態では高くなるように設定され、高速走行においてはアンダステア傾向が強くなるように設定さ

れる。そして、後輪ロール剛性配分比率の初期値 $R_{srro}$ は $(1-R_{srfo})$ で決定される。次に、車両挙動判定演算部M14において、車両ステア特性を判別するために、ハンドル角 $\delta f$ と車両速度 $V_x$ から目標ヨーレイト $Y_{re}$ が演算され、実際のヨーレイト $Y_r$ と比較されてヨーレイト偏差 $\Delta Y_r$ が演算され、このヨーレイト偏差 $\Delta Y_r$ に基づき、ロール剛性比率補正值 $R_{sra}$ が演算される。

[0041] この結果、車両がアンダステア傾向にある場合には前輪側ロール剛性比率を低め、後輪側のそれを高める補正が行われる。逆に、オーバステア傾向にある場合には前輪側ロール剛性比率を高め、後輪側のそれを低める補正が行われる。そして、前輪及び後輪アクティブロールモーメント目標値演算部M16において、車両アクティブロールモーメント目標値 $R_{mv}$ 、並びに前後輪ロール剛性比率目標値 $R_{srf}$ 及び $R_{srr}$ に基づき、前輪及び後輪アクティブロールモーメント目標値 $R_{mf}$ 及び $R_{mr}$ が、夫々 $R_{mf}=R_{mv} \cdot R_{srf}$ 、 $R_{mr}=R_{mv} \cdot R_{srr}$ として設定される。そして、これらの前輪及び後輪アクティブロールモーメント目標値 $R_{mf}$ 及び $R_{mr}$ に基づき、前輪及び後輪用のスタビライザアクチュエータFT及びRTで発生すべきねじり力が決定され、電気モータMが制御されることとなる。

[0042] 次に、図12は、図6のアクチュエータサーボ制御部M17の一態様を示すもので、上記のように演算された前輪及び後輪アクティブロールモーメント目標値 $R_{mf}$ 及び $R_{mr}$ に基づき、モータ出力の目標値が演算され(M21)、このモータ出力目標値と実際のモータ出力が比較され、モータ出力偏差が演算される(M22)。更に、この偏差に応じて電気モータMへのPWM出力が決定され(M23)、このPWM出力によってモータ駆動回路MCのスイッチング素子が制御され、電気モータMが駆動制御される。

[0043] 而して、車両の旋回状態に応じて能動的にロール運動を抑制するために、旋回運動で発生する慣性力に対抗するアクティブロールモーメントが付与される。このアクティブロールモーメントの付与は、例えば前述のスタビライザアクチュエータFTによってスタビライザバーSBf及びSBflにねじり力を付与し、スタビライザSBfのねじり剛性を増加させることによって行なわれる。そして、車両が旋回増加状態となり、電気モータMの出力範囲以上になった場合にも、減速機DTが前述のように適切な正効率及び

逆効率が選定されているため、電気モータMの出力を保持することによって、ロック機構などの付加的手段を必要とすることなく、確実に車体ロール運動の増大を抑制することができる。これにより、アクティブロール抑制制御を達成するスタビライザアクチュエータFT及びRTを小型化することが可能となる。また、電気モータMを前述の図7に示すように制御すれば、消費電力の低減も可能となる。

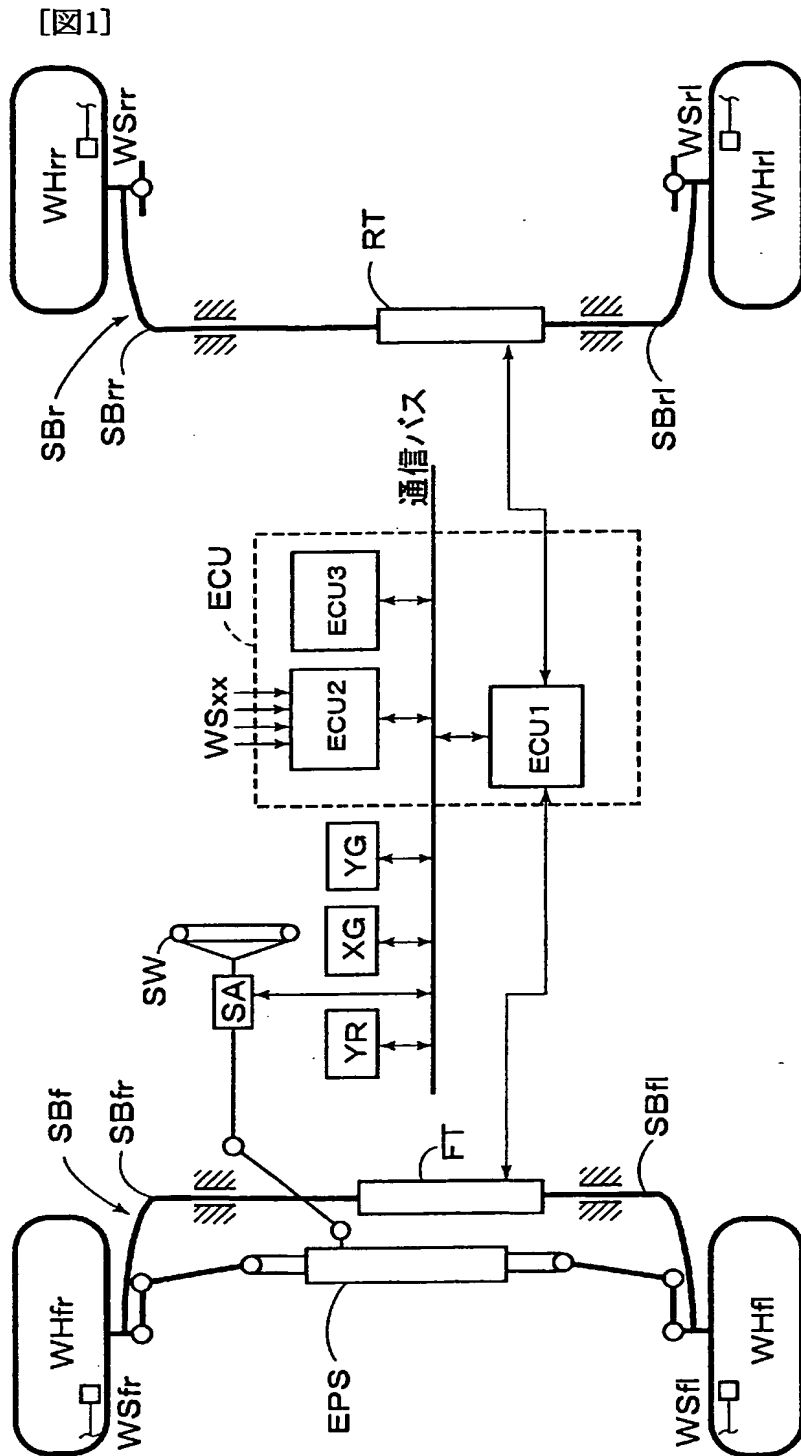


## 請求の範囲

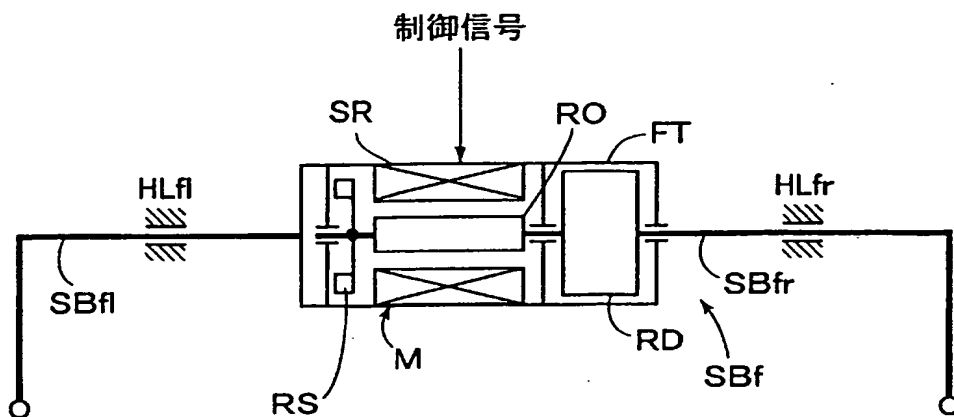
- [1] 車両の左右車輪間に配設される一対のスタビライザバーと、電気モータ及び減速機を有し前記一対のスタビライザバーの間に配設されるアクチュエータを具備したスタビライザと、前記車両の旋回状態に応じて前記電気モータを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御する制御手段とを備えたスタビライザ制御装置において、前記減速機の正効率と逆効率の積の逆数が1.17以上且つ3.75以下であり、前記制御手段は、能動的に車体ロール運動を制御可能な領域以上の旋回状態となった場合には、前記電気モータの出力を保持又は減少させるように制御する構成としたことを特徴とするスタビライザ制御装置。
- [2] 車両の左右車輪間に配設される一対のスタビライザバーと、電気モータ及び減速機を有し前記一対のスタビライザバーの間に配設されるアクチュエータを具備したスタビライザと、前記車両の旋回状態に応じて前記電気モータを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御する制御手段とを備えたスタビライザ制御装置において、前記車輪の操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記車両の車速を検出する車速検出手段と、前記車両の実横加速度を検出する横加速度検出手段と、前記車速検出手段及び前記操舵角検出手段の検出結果に基づき横加速度を演算する横加速度演算手段とを備え、前記制御手段が、前記横加速度演算手段が演算した演算横加速度と前記横加速度検出手段が検出した実横加速度の少なくとも一方に基づき、前記電気モータを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御すると共に、前記車両の旋回状態が、能動的に車体ロール運動を制御可能な領域以上となったときには前記電気モータの出力を保持するように保持制御を行い、且つ、該保持制御が開始されるとき横加速度に、前記減速機の正効率と逆効率の積の逆数を乗じた値が、前記車両の旋回限界に応じた横加速度以上となるように、当該保持制御を開始するとき横加速度と前記減速機の正効率及び逆効率の値を設定するように構成したことを特徴とするスタビライザ制御装置。
- [3] 車両の左右車輪間に配設される一対のスタビライザバーと、電気モータ及び減速機を有し前記一対のスタビライザバーの間に配設されるアクチュエータを具備したスタビライザと、前記車両の旋回状態に応じて前記電気モータを制御して前記スタビラ

イザのねじり剛性を制御する制御手段とを備えたスタビライザ制御装置において、前記車輪の操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記車両の車速を検出する車速検出手段と、前記車両の実横加速度を検出する横加速度検出手段と、前記車速検出手段及び前記操舵角検出手段の検出結果に基づき横加速度を演算する横加速度演算手段とを備え、前記制御手段が、前記横加速度演算手段が演算した演算横加速度と前記横加速度検出手段が検出した実横加速度の少なくとも一方に基づき、前記電気モータを制御して前記スタビライザのねじり剛性を制御すると共に、前記車両の旋回状態が、能動的に車体ロール運動を制御可能な領域以上となったときには前記電気モータの出力を減少するように減少制御を行い、且つ、該減少制御が開始されるときに横加速度に、前記減速機の正効率と逆効率の積の逆数を乗じた値が、前記車両の旋回限界に応じた横加速度以上となるように、当該減少制御を開始するときの横加速度と前記減速機の正効率及び逆効率の値を設定するように構成したことを特徴とするスタビライザ制御装置。

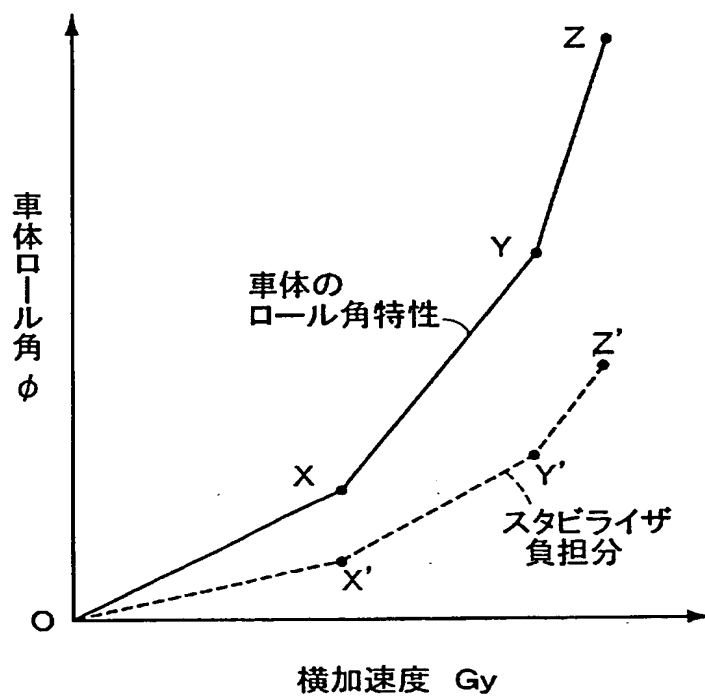
- [4] 前記減速機の正効率と逆効率の積の逆数が1.17以上且つ3.75以下となる範囲内で、前記減速機の正効率と逆効率の値を設定することを特徴とする請求項2又は3記載のスタビライザ制御装置。



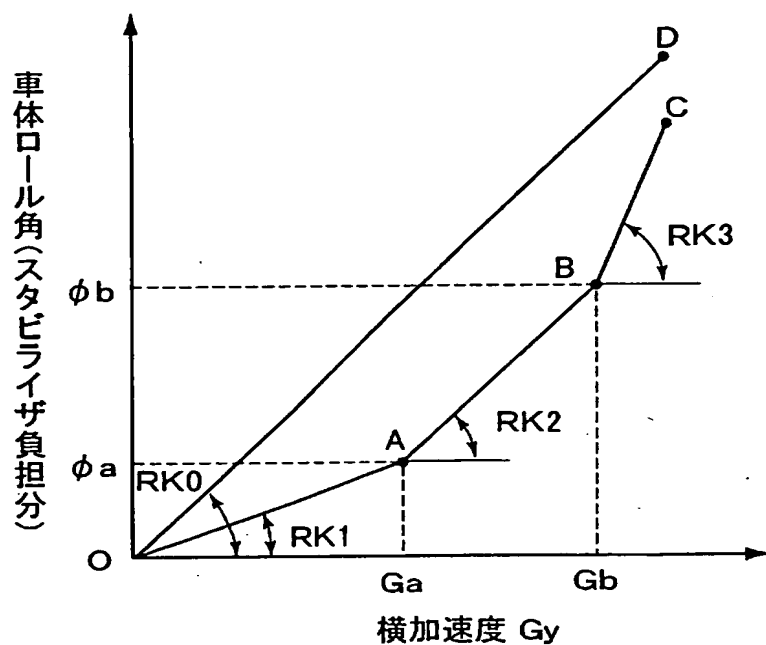
[図2]



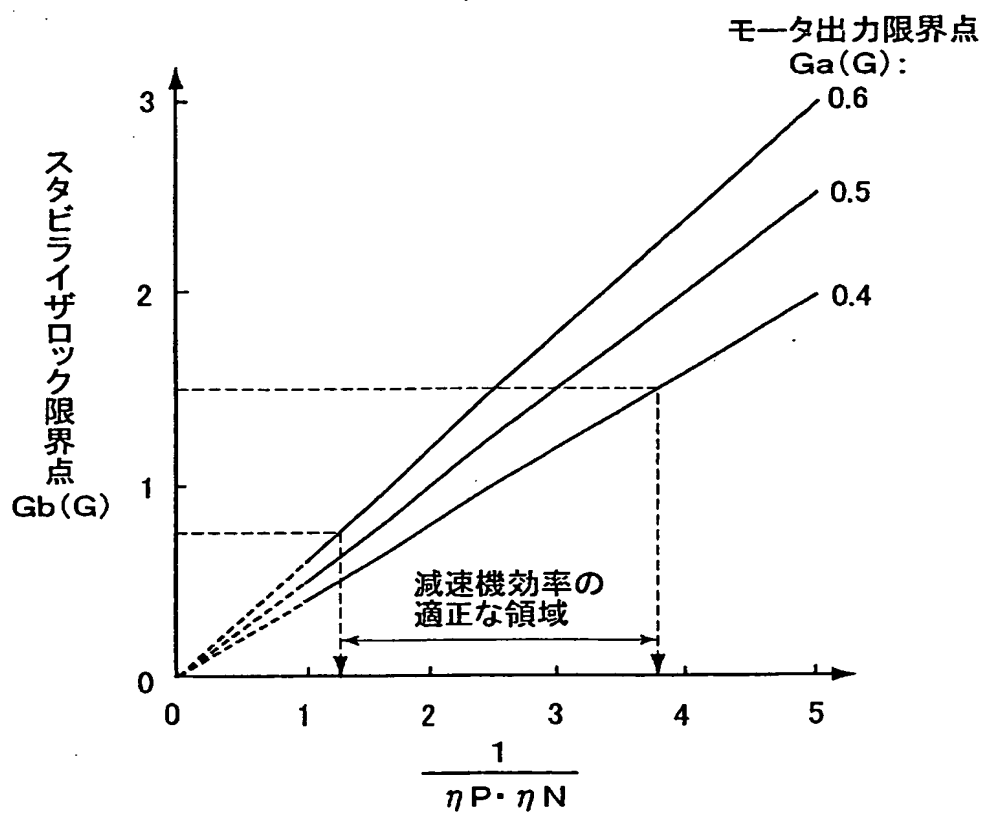
[図3]



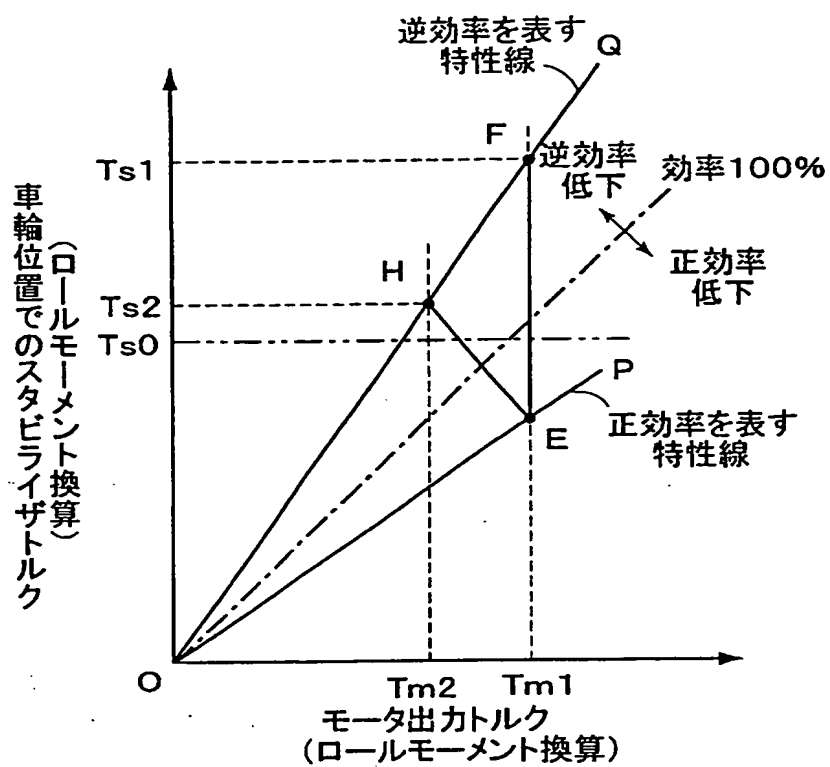
[図4]



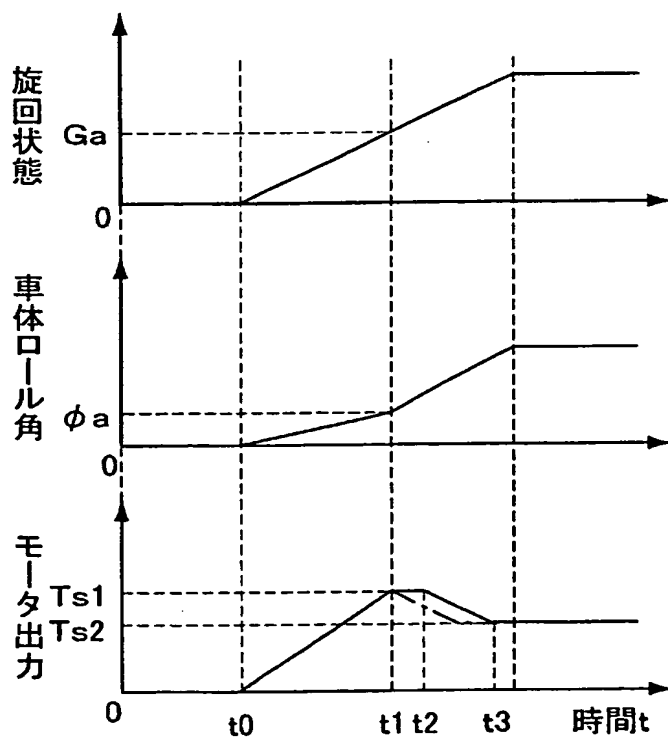
[図5]



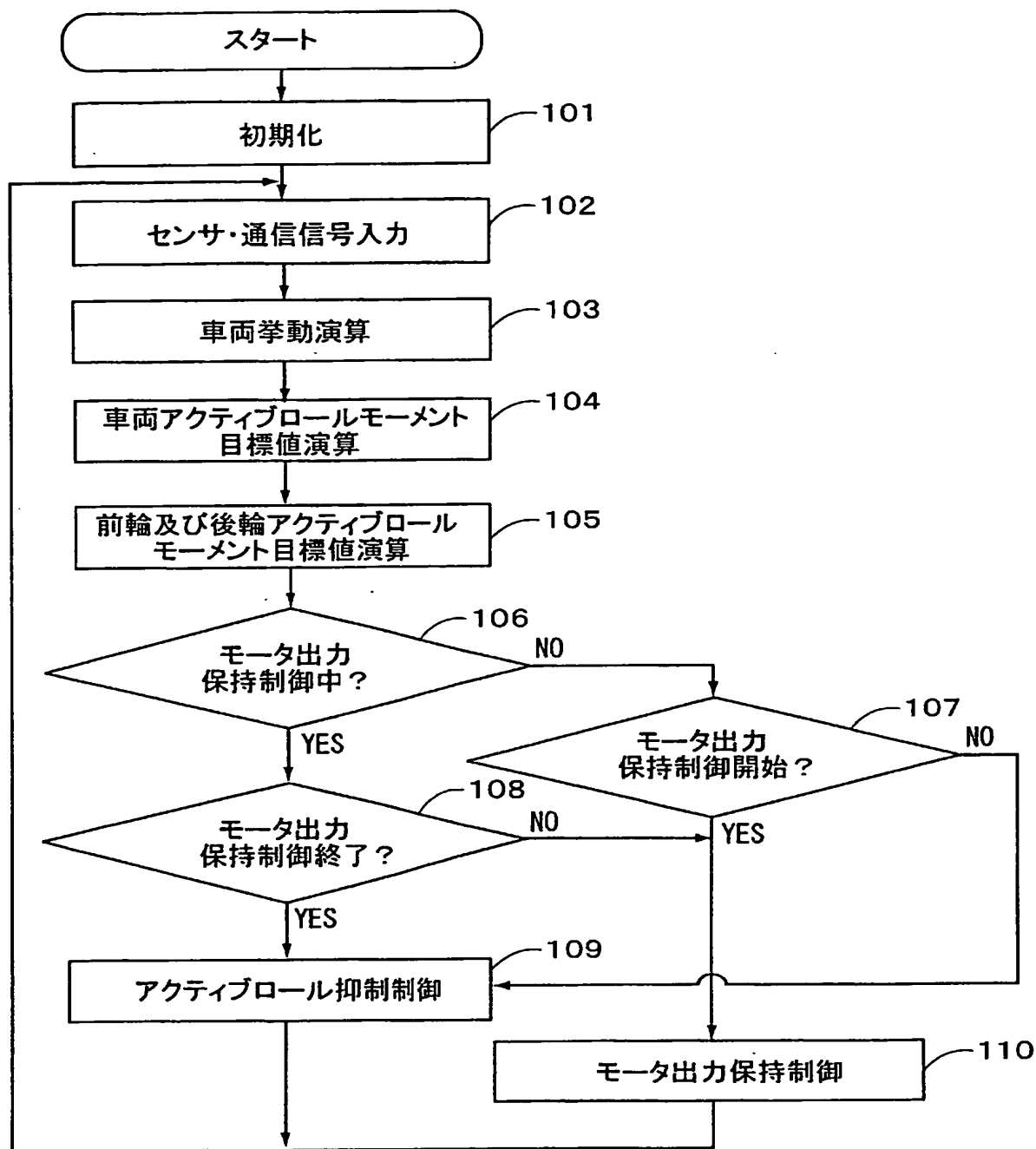
[図6]



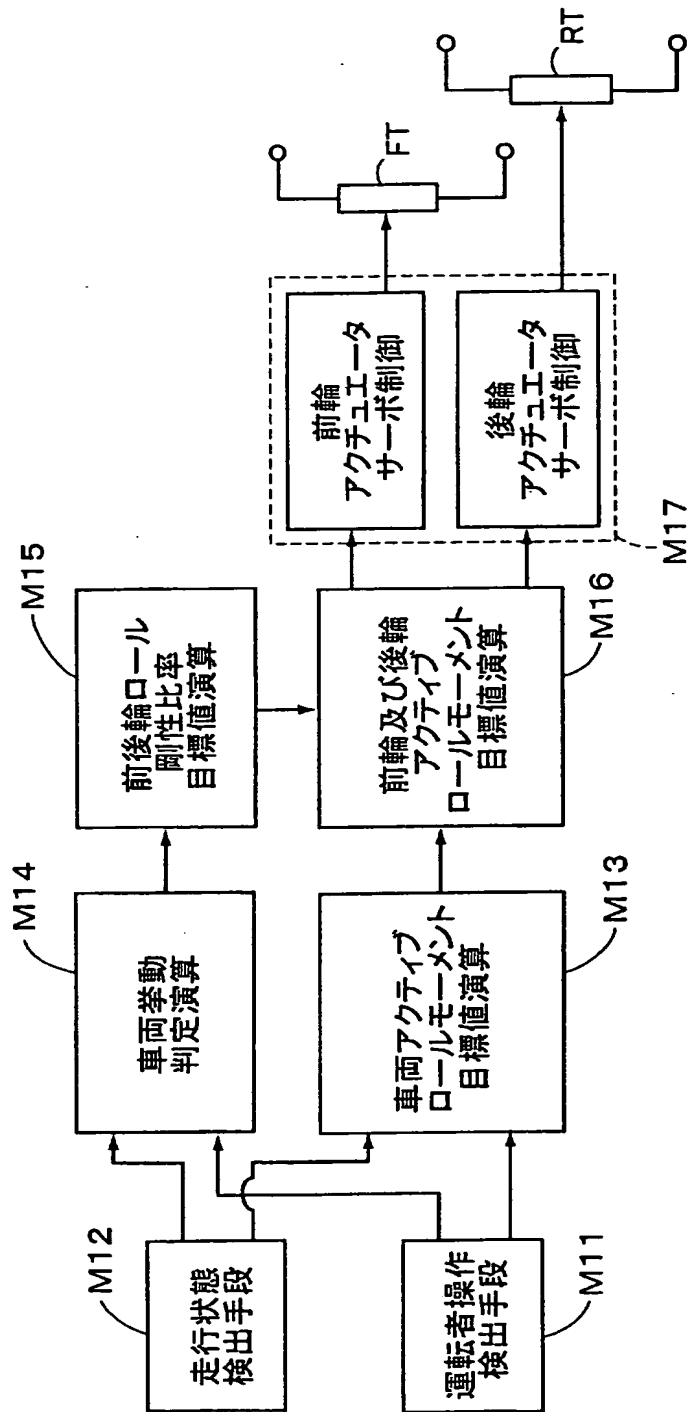
[図7]



[図8]

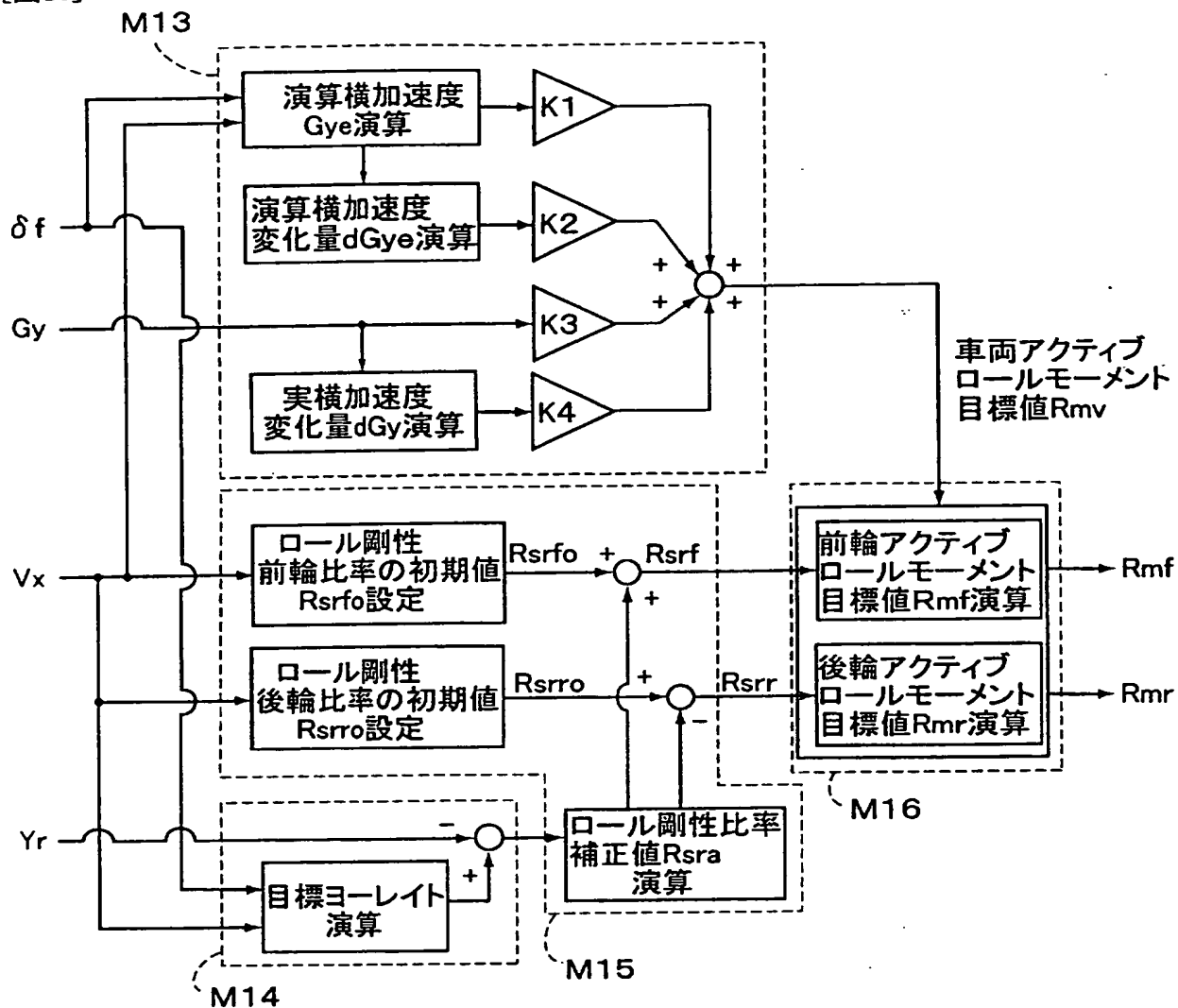


[図9]

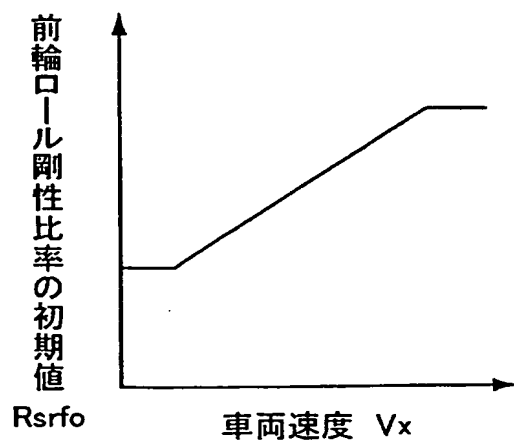




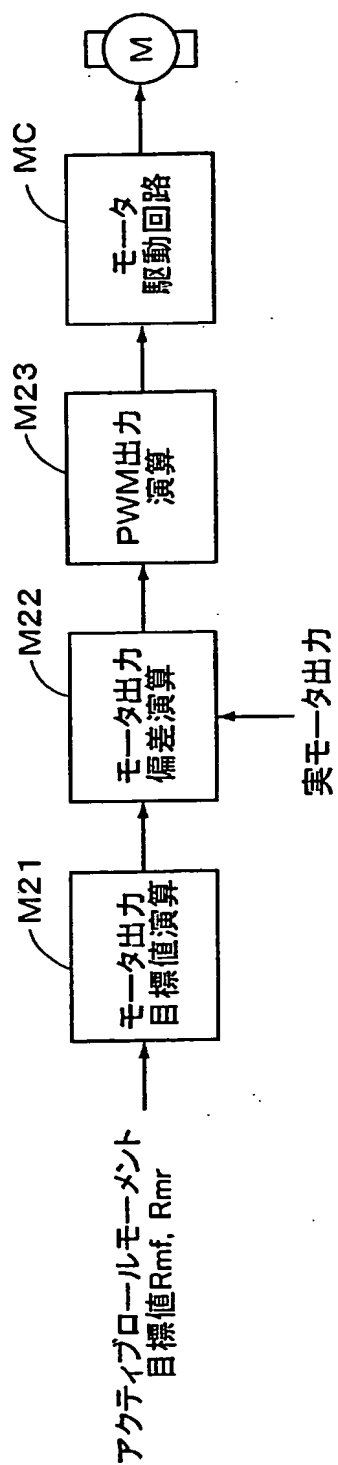
[図10]



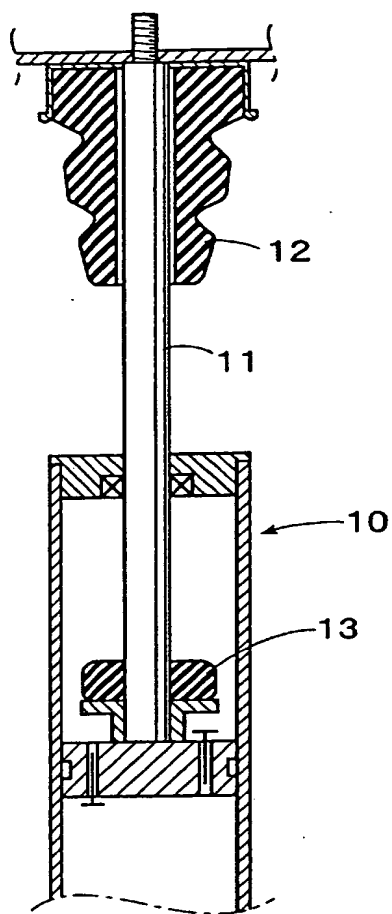
[図11]



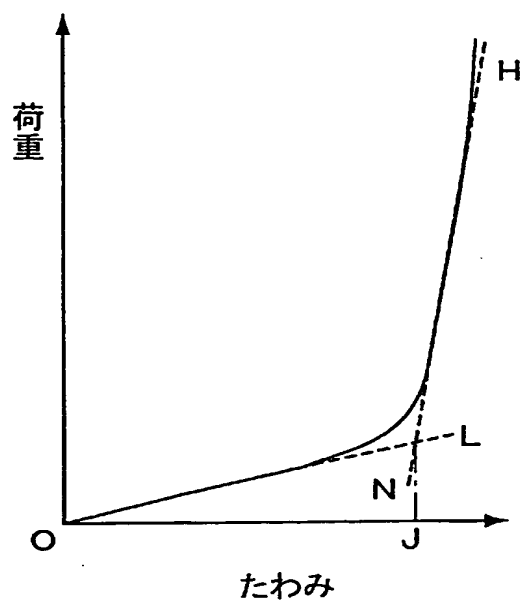
[図12]



[図13]



[図14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> B60G17/015, B60G21/055

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> B60G1/00-B60G25/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 2003-519588 A (Bayerische Motoren Werke AG.),<br>24 June, 2003 (24.06.03),<br>Full text<br>& WO 2001-051301 A1 & EP 1161357 A1<br>& US 6550788 B2 & DE 10001087 A1 | 1<br>2-4              |
| Y<br>A    | JP 2000-071738 A (Honda Motor Co., Ltd.),<br>07 March, 2000 (07.03.00),<br>Par. No. [0030]; Fig. 6<br>& US 6354607 B1 & DE 19940420 A1                                | 1<br>2                |
| A         | JP 2000-071739 A (Honda Motor Co., Ltd.),<br>07 March, 2000 (07.03.00),<br>Par. No. [0029]; Fig. 6<br>& US 6354607 B1 & DE 19940420 A1                                | 3                     |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

- \* Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
  - "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
  - "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
  - "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
  - "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
  - "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
  - "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
  - "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
  - "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
31 March, 2005 (31.03.05)

Date of mailing of the international search report  
19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002070

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A         | JP 3277168 B2 (TRW Inc.),<br>08 February, 2002 (08.02.02),<br>Full text<br>& US 6175792 B1                      & EP 933239 A1<br>& BR 9805335 A | 2, 3                  |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. : B60G17/015, B60G21/055

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. : B60G1/00-B60G25/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2005年  
日本国登録実用新案公報 1994-2005年  
日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| Y<br>A          | J P 2003-519588 A (バイエリッシュモーターレンウ<br>エルケアクチエンゲゼルシャフト) 2003. 06. 24, 全文<br>& WO 2001-051301 A1 & EP 11613<br>57 A1 & US 6550788 B2 & DE 100<br>01087 A1 | 1<br>2-4         |
| Y<br>A          | J P 2000-071738 A (本田技研工業株式会社) 20<br>00. 03. 07, 段落【0030】, 図6 & US 6354<br>607 B1 & DE 19940420 A1   | 1<br>2           |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
31. 03. 2005

国際調査報告の発送日  
19. 4. 2005

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
三澤哲也  
3 Q 3 2 1 6  
電話番号 03-3581-1101 内線 3379

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |  |                  |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| A                     | JP 2000-071739 A (本田技研工業株式会社) 2000. 03. 07, 段落【0029】, 図6 & US 6354607 B1 & DE 19940420 A1            | 3                |
| A                     | JP 3277168 B2 (ティーアールダブリューインコーポレーテッド) 2002. 02. 08, 全文 & US 6175792 B1 & EP 933239 A1 & BR 9805335 A | 2, 3             |